

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10233007  
PUBLICATION DATE : 02-09-98

APPLICATION DATE : 20-02-97  
APPLICATION NUMBER : 09036081

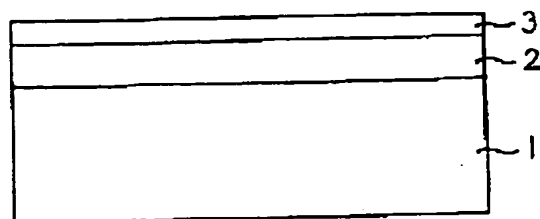
APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : MATSUDA TAKESHI;

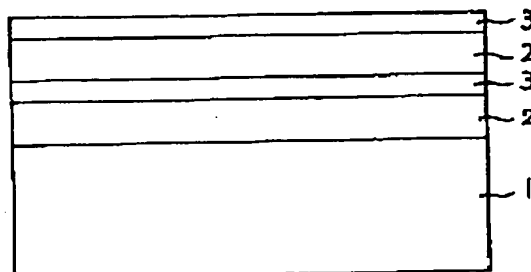
INT.CL. : G11B 5/31 G11B 5/127 G11B 5/133  
G11B 5/23 H01F 10/14 H01F 41/20

TITLE : MAGNETIC THIN FILM FOR MAGNETIC  
HEAD AND PRODUCTION THEREFOR  
AS WELL AS MAGNETIC HEAD

(A)



(B)



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a magnetic thin film having a large saturation magnetic flux density and high magnetic permeability by incorporating respective specific ratios of aluminum and silicon into an iron alloy layer and forming the layer by vapor deposition in an Ar atmosphere under specific conditions.

**SOLUTION:** The iron alloy film 2 contg. the aluminum and the silicon contains 2 to 6wt.% aluminum and 4 to 8wt.% silicon and is formed by executing the vapor deposition in the gaseous Ar atmosphere at a deposition rate in range of 200 to 500nm/min, under a pressure of the Ar atmosphere at the time of vapor deposition in a range of  $1 \times 10^{-2}$  to  $5 \times 10^{-2}$  Pa and at 300 to 400°C. The magnetic thin film preferably has the saturation magnetic flux density of 1.4 to 1.6 and saturation magnetostriction of  $\leq 2 \times 10^{-6}$  in the absolute value. A protective film 3 of  $\text{SiO}_2$  which is an insulator is formed on the iron alloy film 2. A ceramic substrate having a coefft. of thermal expansion slightly smaller than the coefft. of thermal expansion of 'SENDUST (R)' is preferably used as a substrate 1.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233007

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I		
G 1 1 B	5/31	G 1 1 B	5/31	C
	5/127		5/127	K
	5/133		5/133	
	5/23		5/23	K
H 0 1 F	10/14	H 0 1 F	10/14	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-36081

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月20日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 ▲稜▼野 勝

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 松田 健

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎

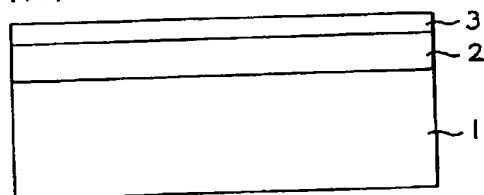
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド用磁性薄膜とその製造方法および磁気ヘッド

(57) 【要約】

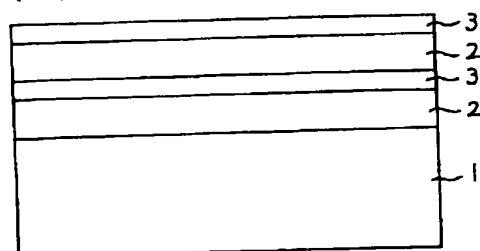
【課題】 大きな飽和磁束密度と高い透磁率を兼ね備えた磁性薄膜を提供する。

【解決手段】 磁気ヘッド用磁性薄膜は、基板(1)とその上に形成された鉄合金層(2)とを含み、その鉄合金層(2)は2~6wt%のアルミニウムと4~8wt%のシリコンを含み、Ar雰囲気中の蒸着によって形成されたものであることを特徴としている。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板とその上に形成された鉄合金層とを含み、

前記鉄合金層は2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含み、Ar雰囲気中の蒸着によって形成されたものであることを特徴とする磁気ヘッド用磁性薄膜。

【請求項2】 1. 4～1.6Tの飽和磁束密度を有することを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜。

【請求項3】 絶対値が $2 \times 10^{-6}$ 以下の飽和磁歪を有することを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜。

【請求項4】 前記鉄合金層上に形成された絶縁体の保護層をさらに含むことを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜。

【請求項5】 前記鉄合金層と前記絶縁体保護層との対が複数対積層されていることを特徴とする請求項4に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかの項に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜を含むことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項7】 基板を用意し、

2～5wt%のアルミニウムと25～30wt%のシリコンを含む鉄合金タレットをAr雰囲気中で蒸発させることにより、2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含む鉄合金層を前記基板上に堆積することを特徴とする磁気ヘッド用磁性薄膜の製造方法。

【請求項8】 前記鉄合金層の堆積速度が200～500nm/minの範囲内にあることを特徴とする請求項7に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜の製造方法。

【請求項9】 前記鉄合金層を蒸着するときの前記Ar雰囲気の圧力が $1 \times 10^{-2}$ ～ $5 \times 10^{-2}$ Paの範囲内にあることを特徴とする請求項7または8に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜の製造方法。

【請求項10】 前記鉄合金層を蒸着するときの前記基板の温度が300℃～400℃の範囲内にあることを特徴とする請求項7から9のいずれかの項に記載の磁気ヘッド用磁性薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ヘッドに用いるための磁性薄膜に関し、特に、アルミニウムとシリコンを含む鉄合金磁性薄膜とその製造方法ならびにその磁性薄膜を用いた磁気ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、高い保磁力を有する磁気記録媒体に対して用いるための磁気ヘッドには、記録時に高い飽和磁束密度を有することが要求される。他方、再生時には十分な再生感度を得るために、磁気ヘッドは高い周

波数において高い透磁率を有することが求められる。したがって、従来では、スパッタリングなどによって形成されたセンダスト層などを含む磁性薄膜が、磁気ヘッド用磁性薄膜として用いられてきた。このセンダストとは、典型的には約5wt%のアルミニウムと約9wt%のシリコンを含む鉄合金を言うが、この典型的な組成を含むある組成範囲内の磁性鉄合金もセンダストと呼ばれる。

【0003】ところで、スパッタリングなどによって形成されたセンダスト膜のように1T程度の飽和磁束密度を有する磁性薄膜では、デジタルビデオに用いられるような120kA/m以上の保磁力を有する記録媒体に対しては記録能力の不足が生じる。

【0004】そこで、窒素やメタンガスを含む雰囲気中でスパッタリングなどによって成膜されたFeTa<sub>2</sub>NやFeAlSiC等の微細構造を含む磁性薄膜が研究開発されている。これらの磁性薄膜においては、基本的には、鉄膜中に窒化物や炭化物を析出させることによって鉄の結晶粒径を小さくし、鉄自身が有している磁気異方性を低減することによって軟磁気特性を向上させるメカニズムを採用している。

【0005】また、特公平5-39090は、FeAlSi膜に窒素を僅かに含有させることによって高い飽和磁束密度、高硬度および高透磁率が得られることを報告している。

【0006】さらに、通常は前述のようにセンダスト膜の形成にはスパッタリング法が用いられることが多いが、特開平1-27942、特開平5-128434、特開平2-173914等に示されているように、通常のArのみの雰囲気中でのスパッタリングによる成膜では典型的なセンダスト組成でも良好な磁気特性が得られないことが多いので下地層を用いたり、特公平5-39090に示されているように、スパッタリングの雰囲気中のArガスに窒素を含有させるような製造方法が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述のような微細構造を有する磁性薄膜は、その磁気特性が成膜プロセスに依存するところがある。たとえば、磁気特性向上のメカニズムから考えれば、成膜直後の膜の組織をできるだけ均一にしておき、その後の熱処理によって微細構造を安定化させることが望ましい。成膜直後の膜の組織を均一にしておくためには、その膜をアモルファス状態にすることが最善と考えられる。しかし、成膜直後にアモルファス状態の磁性薄膜を得るためには、スパッタリングを成膜法として採用する以外にないと言っても過言ではなく、すなわち、成膜方法が膜成長速度の遅いスパッタリング法に限定されてしまうことになる。

【0008】また、窒素を僅かに磁性薄膜中に含有させる場合においても、反応スパッタリング法が用いられて

おり、成膜速度が遅いことに代わりはない。

【0009】さらに、Arガス中のスパッタリングによる成膜では下地膜を用いる方法でもセンダスト膜の磁気特性が十分良好にはならず、Arガスに窒素を含有させた雰囲気を用いる方法においてもスパッタリング法による成膜であるのでやはり成膜速度が遅いことに変わりはない。

【0010】そこで、本発明は、大きな飽和磁束密度と高い透磁率を兼ね備えた磁性薄膜とその効率的な製造方法を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの態様による磁気ヘッド用磁性薄膜は、基板とその上に形成された鉄合金層とを含み、その鉄合金層は2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含み、Ar雰囲気中の蒸着によって形成されたものであることを特徴としている。

【0012】本発明のもう1つの態様による磁気ヘッドは、磁気ヘッド用磁性薄膜を含み、その磁性薄膜は基板上に形成された鉄合金層を含み、その鉄合金層は2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含みかつAr雰囲気中の蒸着によって形成されたものであることを特徴としている。

【0013】本発明のさらに他の態様による磁気ヘッド用磁性薄膜の製造方法は、基板を用意し、2～5wt%のアルミニウムと25～30wt%のシリコンを含む鉄合金タブレットをAr雰囲気中で蒸発させることにより、2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含む鉄合金層を堆積することを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明者たちは、センダストのセカンドピークを含む特定の組成領域内の組成を有する磁性薄膜をAr雰囲気中の蒸着によって形成した場合に、透磁率の改善された磁性薄膜が得られることを見出した。

【0015】アルミニウムとシリコンを含む鉄合金であるバルクのセンダストにおいては、約5.5wt%のアルミニウムと約9.5wt%のシリコンを含む組成において最も高い透磁率ピークが得られ、これはセンダストのファーストピークと呼ばれる。バルクのセンダストにおいては、また、約5.5wt%のアルミニウムと約6.5wt%のシリコンを含む組成において第2の高い透磁率ピークが得られ、これはセンダストのセカンドピークと呼ばれる。

【0016】このセカンドピークに対応する組成を有するバルクのセンダストは、ファーストピークに対応する組成を有するバルクのセンダストに比べて、低い透磁率を有しているが大きな飽和磁束密度を有している。したがって、センダストのセカンドピークに対応する組成を含む特定の組成領域内の組成を有する鉄合金薄膜の透磁

率を改善することができれば、大きな飽和磁束密度と高い透磁率を兼ね備えた磁性薄膜を得ることができると期待し得る。このように大きな飽和磁束密度と高い透磁率を兼ね備えた磁性薄膜は、高い保磁力を有する記録媒体に対して好ましく用いられ得る磁気ヘッド用磁性薄膜として用いることができる。

【0017】図1においては、本発明の実施の形態による磁性薄膜が概略的な断面図で図解されている。図1

(A)の磁性薄膜は、セラミックス基板1上にAr雰囲気中で蒸着によって200～500nm/minの範囲内の堆積速度で形成された鉄合金薄膜2と、その上に形成されたSiO<sub>2</sub>の保護膜3を含んでいる。この鉄合金膜2は、2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含み得る。基板1としては、セラミックスに限られず、膨張係数がセンダストと同じくらいであれば、他の材料をも用いることができる。たとえば、フェライト等との複合磁気材料を形成する場合には、基板としては当然にフェライトが用いられ得る。しかし、現実には、センダストよりも熱膨張係数が大きな基板を安定して使用することは容易ではなく、センダストより少し熱膨張係数の小さなセラミックス基板を用いることが好ましい。

【0018】図1(B)の磁性薄膜は、基板1上に、鉄合金膜2とSiO<sub>2</sub>膜3との対が2対積層された構造を有している。このような鉄合金膜2とSiO<sub>2</sub>膜3との対を任意の数の対だけ基板1上に積層してもよいことは言うまでもない。

【0019】ところで、得られる鉄合金膜2の組成とその蒸着原料の鉄合金タブレットの組成とは一致せず、鉄合金膜2の組成は鉄合金タブレットの組成のみならず鉄合金膜2の堆積条件に依存して変化する。たとえば、2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含む鉄合金膜2を得るためには、2～5wt%のアルミニウムおよび25～30wt%のシリコンを含む組成範囲の鉄合金タブレットを用いることができる。

【0020】アルミニウムとシリコンを含む鉄合金膜2が形成された後に、その鉄合金膜2上に保護膜3が形成される。図1においてはSiO<sub>2</sub>の保護膜3が形成されているが、その他の絶縁体膜も保護膜として用いることができる。

【0021】具体的な例として、鉄合金膜2とSiO<sub>2</sub>膜の対を基板1上に4対積層した後に700℃で真空熱処理して磁気ヘッド用磁性薄膜が形成された。このようにして得られた磁気ヘッド用磁性薄膜における鉄合金膜2は、2～6wt%のアルミニウムと4～8wt%のシリコンを含む組成を有し得ることが、組成分析の結果として判明した。

【0022】図2は、このような磁性薄膜における飽和磁束密度と保磁力との関係を示している。すなわち、図2のグラフの横軸は飽和磁束密度(T)を表わし、縦軸

は保磁力 ( $O_e$ ) を表わしている。このグラフにおいて注目すべきことは、飽和磁束密度が約  $1.5\text{ T}$  近傍の値を有するときに保磁力が最小になることである。このことから、鉄合金膜 2 は  $1.4 \sim 1.6\text{ T}$  の範囲内の飽和磁束密度を有するのが好ましいことがわかる。また、実際に磁気ヘッドにおいて安定して用いられ得る鉄合金膜 2 は、絶対値で  $2 \times 10^{-6}$  以下の飽和磁歪を有するものであった。

【0023】図 3 は、鉄合金膜 2 の蒸着中における  $A_r$  雰囲気中のガス圧と得られた鉄合金膜 2 の透磁率との関係を示している。すなわち、図 3 のグラフの横軸は  $A_r$  雰囲気の圧力 ( $P_a$ ) を対数目盛で表わし、縦軸は透磁率を対数目盛で表わしている。このグラフから明らかになったように、 $A_r$  雰囲気の圧力が蒸着により形成された鉄合金膜 2 の透磁率に対して著しい影響を及ぼすということは注目すべきことである。そして、鉄合金膜 2 を蒸着によって形成するときの  $A_r$  雰囲気の圧力は、 $1 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^{-2}\text{ Pa}$  の範囲内にあるのが好ましいことがわかる。

【0024】さらに図 4 は、鉄合金膜 2 の蒸着中における基板の温度と得られた鉄合金膜 2 の透磁率との関係を示している。すなわち、図 4 のグラフの横軸は鉄合金膜 2 を蒸着によって形成している間の基板温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) を表わし、縦軸は得られた鉄合金膜 2 の透磁率を対数目盛で表わしている。なお、図 4 のグラフは、 $3 \times 10^{-2}\text{ Pa}$  の圧力の  $A_r$  雰囲気の下で得られたものである。図 4 に示された磁気特性から、鉄合金膜 2 の蒸着中の基板温度は  $300^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$  の範囲内にあるのが好ましいことが判明した。

【0025】図 5 は、本発明によって得られる磁性薄膜の磁気特性を従来の磁性薄膜と比較して示すグラフである。このグラフにおいて、横軸は周波数 ( $\text{MHz}$ ) を対数目盛りで表わしており、縦軸は実効透磁率を対数目盛りで表わしている。曲線 A は本発明に従って  $A_r$  雰囲気中で蒸着によって形成された磁性薄膜の透磁率を表わし、曲線 B は高真空中で蒸着によって形成された先行技術によるセンダスト膜の透磁率を表わしている。なお、曲線 A と B によって表わされたセンダスト膜は、いずれも同じ組成と  $2.5\text{ }\mu\text{m}$  の厚さを有している。図 5 のグラフから、本発明に従って  $A_r$  雰囲気中で蒸着によって形成されたセンダスト膜は、先行技術によるセンダスト膜に比べて、磁気ヘッド用の磁性薄膜としてさらに好ましく用いられ得ることが理解されよう。

【0026】次に、本発明による磁性薄膜を用いて形成される磁気ヘッドの例を説明する。上述のような磁性薄膜を磁気ヘッドに用いる場合、1 対の磁性体または非磁性体の基板上に形成された磁性薄膜の積層方向を横断する面を互いに非磁性体薄膜を介して突き合わせて、磁気ギャップを形成させる。ギャップ面に面する近傍のみにアモルファスやセンダストなどの金属材料を用いて、こ

れ以外の部分には耐摩耗性に優れたフェライトを用いた MIG (Metal In Gap) と呼ばれる複合ヘッドも実用化されている。なお、磁性薄膜のみで磁気回路を構成することもできる。

【0027】図 6 は、磁性薄膜が磁気回路を構成する磁気ヘッドの斜視図である。図 6 において、1 対の基板 20 および 21 の側面に本発明による磁性薄膜 MF を形成し、これらの基板 20 と 21 が突き合わされている。テープ走行面 TS 上でギャップ G を形成するために、その突き合わせ面には極めて薄い非磁性体が介在させられている。ギャップ面におけるトラック幅の両側には、通常はガラス 23 が埋められている。テープ (図示せず) がテープ走行面 TS 上を右から左 (または逆方向) に移動するとき、コイル 22 を介して信号が出力される。なお、図 6 においてはアジマス記録のためにギャップ G の角度がトラックに対して直角の関係からずらされている。ここで、基板 20 と 21 としてフェライトを用いれば、図 6 のヘッドは MIG ヘッドになる。

【0028】図 6 に示されているようなヘッドの場合には、磁性薄膜 MF の厚さによってほぼトラック幅が決定されるので、図 1 に示されているような鉄合金膜 2 と  $\text{SiO}_2$  保護膜 3 との対を 1 対だけ含むかまたは複数対含む構造を用いるかは、トラック幅を考慮して選択することができる。

【0029】ところで、本発明による磁気ヘッドの再生出力と従来の電子ビーム蒸着で得られた鉄合金膜を用いた磁気ヘッドとの再生出力を比べたところ、 $1 \sim 2\text{ dB}$  だけ向上していることが判明した。このとき、測定条件としては、デジタル VTR 用 ME テープを用いて、 $10.2\text{ m/s}$  のテープ速度の下で外当て式のヘッドテスターによって測定された。すなわち、本発明による磁気ヘッドは十分にデジタル VTR 仕様になっていることがわかる。

【0030】なお、本発明の磁性薄膜を含む磁気ヘッドは VTR 用に限られるものではなく、高い保磁力を有する記録媒体を用いるあらゆる磁気記録装置において用いることができる。すなわち、本発明による磁性薄膜が用いられる磁気ヘッドの形態は、図 6 に示されたものに限られるものではない。

【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、大きな飽和磁束密度と高い透磁率とを兼ね備えた磁気ヘッド用磁性薄膜を  $A_r$  雰囲気中の蒸着によって効率的に製造して提供することができ、その磁性薄膜を用いることによって高い保磁力を有する磁気記録媒体に対して好ましく用いられ得る磁気ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による磁性薄膜を示す概略的な断面図である。

【図 2】本発明による磁性薄膜における飽和磁束密度と

保持力との関係を示すグラフである。

【図3】本発明による蒸着中のアルゴン雰囲気圧と得られた磁性薄膜の透磁率との関係を示すグラフである。

【図4】本発明による蒸着中の基板温度と得られた磁性薄膜の透磁率との関係を示すグラフである。

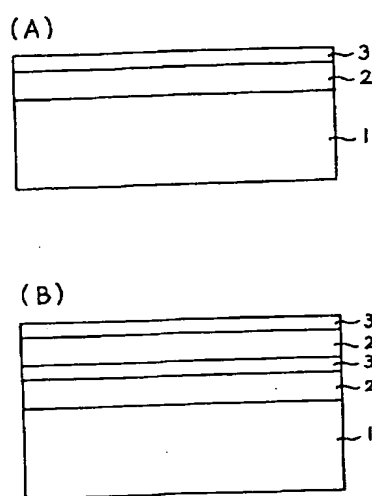
【図5】本発明による磁性薄膜と先行技術による磁性薄膜における透磁率の周波数依存性を示すグラフである。

【図6】本発明による磁気ヘッドの一例を示す斜視図である。

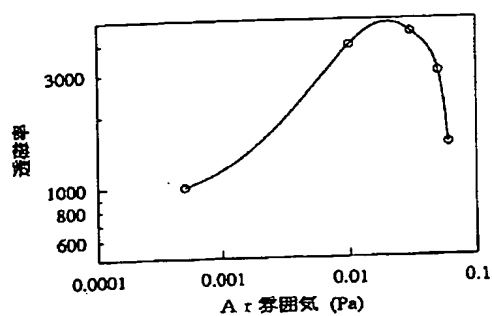
# 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 アルミニウムとシリコンを含む鉄合金膜
- 3  $\text{SiO}_2$  保護膜
- 20, 21 磁気ヘッド基板
- 22 コイル
- 23 ガラス
- MF 磁性薄膜
- G 磁気ギャップ
- TS テープ走行面

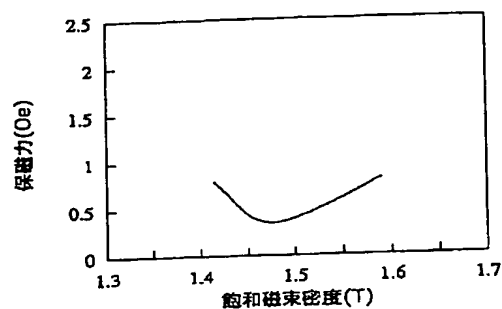
【図1】



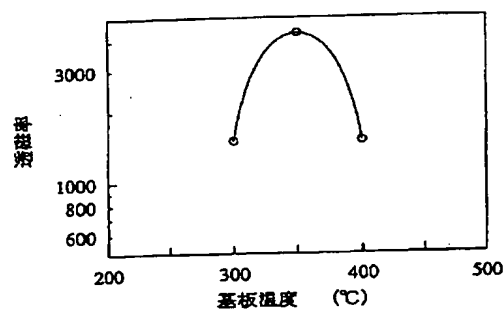
【図3】



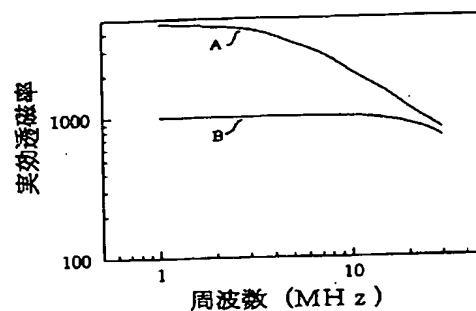
【図2】



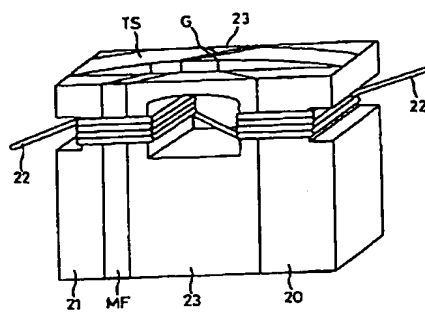
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01F 41/20

識別記号

F I  
H01F 41/20